

Р.Е.ЕЛЕШЕВ, К.Е.КОНОПЬЯНОВ

ПРОЦЕССЫ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА НЕОРОШАЕМОЙ ПАШНЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА И ПУТИ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

(Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы,
Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар)

Впервые исследованы сложные внутрипочвенные процессы на неорошаемой пашне, в результате установлены причины и механизмы вторичного засоления почв в рамках применения традиционных агроприёмов возделывания полевых культур. В связи с этим выработаны новые концептуальные подходы для построения более совершенной системы агротехнологий, предотвращающие развитие на пахотных землях опасных деградационных процессов и, на этой основе обеспечивающие подъём в развитии отрасли растениеводства и связанных с ней других отраслей сельскохозяйственного производства.

В настоящее время на неорошаемой пашне стали обнаруживаться ранее не известные деградационные процессы, ведущие к существенному падению плодородия почв. Так, ученые Канады обнаружили развитие процессов вторичного засоления почв на пахотных землях канадских прерий /1/. В связи с этим, за последние годы многие тысячи гектаров ранее используемых земель, для ведения земледелия стали непригодными. Поэтому казахстанским аграриям важно не повторить ошибок, допущенных в канадском земледелии. Причины развития этих процессов, как выяснено канадскими учеными, обусловлены близким расположением к дневной поверхности минерализованных грунтовых вод. А традиционная зернопаровая система земледелия была построена без учета вероятного отрицательного влияния данного фактора на плодородие почв. Наличие этого существенного недостатка в системе землепользования Канады привело к плачевным результатам в виде образования огромных площадей засоленных земель.

Нами также впервые установлено развитие вторичного засоления на южных карбонатных черноземах северо-востока Казахстана /2,3/. Но здесь причины проявления этих опасных процессов в почвах обусловлены близким расположением к дневной поверхности высоко засоленной материнской породы, а не минерализованных грунтовых вод, как в Канаде, так как последние в регионе находятся на глубине более 13 метров, и они не оказывают какого-либо влияния на почвенные процессы.

Общеизвестно, что в целом в мире идёт падение плодородия почв на пашне. Однако снижение производительной способности почв по причине их вторичного засоления в неорошаемых условиях является наиболее экологически опасным и трудноискоренимым процессом, влекущим за собой угрозу тяжёлых социальных последствий. Отсюда вытекает актуальность решения этих проблем. Кроме того, исследования, направленные на их решение, открывают контуры нового природопользования и прорывные направления в развитии различных отраслей науки (земледелия, растениеводства, агрохимии, почвоведения и др.). Но к настоящему времени эти процессы на неорошаемой пашне не изучены как в Казахстане, так и в странах бывшего Союза. Хотя данная проблема весьма актуальна особенно для стран, имеющих пахотные земли в засушливом поясе, где, как правило, близко к верхним слоям почвы размещаются в той или иной форме токсичные соли.

Результаты проведённых нами работ показывают, что процессы вторичного засоления почв в неорошаемых условиях развиваются совершенно по другим закономерностям в сравнении с проявлением их на орошаемых землях. В частности, процессы засоления почв здесь идут не скоротечно, а имеют постепенно нарастающую динамику. Поэтому в начальные годы, несмотря на их развитие, они остаются незаметными. Негативное действие их накапливается по принципу кумуляции. Отрицательное воздействие этих процессов на плодородие почв и урожайность возделываемых культур можно заметить только по истечении продолжительного периода. Причем в течение этого периода время от времени наступают благоприятные по осадкам годы, когда происходит значительное разбавление в почвенном растворе концентрации накопленных солей, что приводит к резкому повышению урожайности полевых культур. Этим объясняется сложность их обнаружения и

скрытность протекания данных процессов в почвах. По этой причине они оставались до сих пор не обнаруженными и малоизвестными в мире. Но на неорошаемой пашне однажды появившиеся соли в верхних слоях почвы затем не уменьшаются и не промываются в глубокие горизонты. Это связано с одной стороны, тем, что в применяемой системе агротехнологий не предусмотрены меры по противодействию процессам засоления почв, с другой – низкими объёмами летних осадков в засушливых регионах, которые даже в редкие благоприятные годы промачивают только 30-35 сантиметровой слой почвы. После благоприятных годов, с наступлением обычных условий, концентрация токсичных солей в почвенном растворе вновь восстанавливается, и отрицательное воздействие их опять становится высокой. Прогрессирующий кумулятивный эффект накапливаемых солей в почвах впоследствии приводит к существенному снижению урожайности выращиваемых культур даже в средние по осадкам годы. С годами результаты этих процессов угрожают развитию широко масштабной экологической катастрофы в регионе.

Таким образом, на неорошаемой пашне развитие процессов засоления и осолонцевания имеет однонаправленный характер, в сторону постоянного увеличения их отрицательного воздействия на плодородие почв и урожайность выращиваемых культур, одновременно повышения затратности производства. Механизм процессов засоления почв заключается в следующей закономерности. Исходными факторами проявления этой закономерности являются особенности динамики почвенной влаги на пашне в засушливых условиях и свойства солей, содержащихся в почвообразующей породе, близко расположенных к дневной поверхности. Известно, что в районах с непромывным типом водного режима, куда относится и регион проведения наших исследований, в весенний период в почвах преобладают нисходящие токи воды, переходящие летом в восходящие. Эти процессы на неорошаемой пашне в значительной мере интенсифицируются и антропогенными факторами – системой агротехнологий, применяемых здесь длительный период, построенных на основе разработанных концептуальных положений для ведения земледелия в засушливых регионах. Согласно этой концепции система агротехнологий должна быть направлена, прежде всего, на максимальное накопление влаги в глубоких слоях почвы для преодоления посевами особо засушливой первой половины вегетации. Однако, как выясняется из результатов многолетних исследований, эти отправные концептуальные положения построены без учёта о существовании особых, активно действующих в условиях засушливого климата внутрипочвенных процессов, отрицательно влияющих на плодородие деятельного корнеобитаемого слоя почв. В частности, в них не учитывается высокая засоленность нижних слоёв метрового и глубже расположенных горизонтов, и существующая тесная связь их с верхними слоями почв в контексте динамики нисходящих и восходящих движений почвенной влаги, и связанная с этими процессами миграция токсичных воднорастворимых солей.

Результаты анализов водной вытяжки показывают, что на южных карбонатных черноземах, от верхних слоев по мере углубления, общее присутствие солей увеличивается. И с глубины 86 до 500 см, в них наблюдается высокое содержание токсичных солей. В частности, в слое мощностью примерно в 50 см, то есть от 86 до 135 см количество солей при допустимом пределе 0,2%, фактически составляет 1,46% или превышение предела составляет 7,3 раза, в основном представленные хлоридами и сульфатами натрия (NaCl , Na_2SO_4). Начиная от 135 см и ниже, резко увеличивается концентрация высокотоксичной соды (Na_2CO_3). Так, в слоях 135-165 см её содержание превышает допустимую норму в 11 раз, в 165-200 см - в 12 раз, в 200-250 см - в 14 раз и т.д.

Традиционная система агротехнологий, направленная на максимальное накопление влаги в глубоких горизонтах, способствует в весенний период достижению нисходящими токами воды пределов 90-150 сантиметров и глубже, то есть слоев, обогащенных токсичными солями. Одним из свойств содержащихся здесь хлоридов, сульфатов и карбонатов натрия, является высокая растворимость в воде, проникающей в эти слои, что приводит их в легкоподвижное состояние. Летний период в степной зоне отличается высокой знойностью. Воздух в июне и в июле часто в течение продолжительного периода прогревается до $+40^{\circ}\text{C}$ - $+45^{\circ}\text{C}$ в сочетании с активной деятельностью суховеев, а температура верхних слоев почвы достигает до $+70^{\circ}\text{C}$ и более, что интенсифицирует процессы испарения. В подзоне южных черноземов сумма осадков за май-июль в среднем составляет 100 мм, а количество испаряемой воды из почвы за этот период превышает 130 мм [4]. По данным известного ученого почвовед В.М. Боровского, в этой подзоне величина потенциальной испаряемости за период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 600 - 700 мм при сумме осадков в среднем 160-180 мм [5].

Таким образом, в летнее время на сельскохозяйственных угодьях восходящее движение почвенной влаги значительно преобладает над нисходящим. В связи с этим действие данных факторов вызывает подтягивание восходящими токами воды перешедших в легкоподвижное состояние солей натрия к верхним горизонтам почв. Необходимо учесть, что данный механизм на пашне функционирует ежегодно со времени освоения целины, то есть в течение более 50-летнего периода. Это привело в настоящее время к превышению содержания натрия в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) на пашне над его присутствием на целине в слоях 0-30 см - на 22,0 %, в 30-50 см – на 76,1 %, в 50-70 см – на 116,2% и т.д. Надо отметить, что эти слои являются наиболее корнеобитаемыми. Опасность происходящих процессов в почвах региона состоит в том, что развитие их идёт из года в год с нарастанием.

А на целинных угодьях наблюдается совершенно другая модель развития внутрисочвенных процессов, так как здесь постоянно присутствует естественная растительность, которая в непрерывном режиме, особенно ранней весной и в осенний период, интенсивно использует почвенную влагу для своего развития. Вследствие этого весной нисходящие токи почвенной воды проникают только до 60-70 см и не достигают токсично засоленных горизонтов, размещенных ниже 85 см. То есть на целине, восходящие токи воды идут преимущественно из досолённых слоёв. И практически отсутствует их движение из высокозасоленных горизонтов, или они проявляются только в отдельные годы с максимальным выпадением осадков, что сводит к минимуму развитие здесь процессов засоления почв.

Поэтому после освоения целинных земель в течение определённого периода, когда на пашне, пока ещё не произошло существенного накопления солей используемые приемы интенсификации, (максимальное снегонакопление, многократные обработки почвы, внесение минеральных удобрений и т.д.) давали ощутимый эффект. Отсюда складывалось мнение, что применяемый комплекс агротехнологий и в целом принятая система земледелия является идеальной. Создавалась иллюзия прогресса и ложное представление об абсолютной правильности и безопасности применяемой системы земледелия. Такое же мнение продолжает существовать у многих ученых и специалистов и поныне в связи с инерцией мышления. На деле же в рамках этой системы наблюдается постепенный и особенный для неорошаемой пашни феномен, вынос токсичных воднорастворимых солей натрия из нижних в верхние горизонты почв. В результате длительного функционирования этих процессов соотношение катионов $\text{Na}^+ : \text{Ca}^{2+}$ в почвенном растворе достигает пределов 1,5-4,0 : 1 и более в пользу натрия, что вызывает развитие процессов засоления и осолонцевания почв (таблица 1). Установлено, что эти процессы развиваются именно в таких пределах [5].

Как видно из данных таблицы, неблагоприятное соотношение в почвенном растворе между катионами кальция и натрия складывается в слое 24-38 см, затем следует мощный слой от 38 до 84 см с высокотоксичным содовым засолением. Эти условия являются значительным фактором, сдерживающим в настоящее время повышение урожаев всех возделываемых культур в регионе.

Таблица 1. Анализ водной вытяжки южных карбонатных черноземов на типичной пашне, (2006-2008 гг.)

Глубина взятия образ- ца, см	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Сумма солей, %
	общая НСO ₃ ⁻	в от нормальных кар- бонатов в CO ₃ ⁻						
0-21	0,48	нет	0,20	0,10	0,40	0,30	0,8	
	0,029		0,007	0,005	0,008	0,004	0,002	0,055
21-24	0,60	нет	0,20	0,15	0,50	0,30	0,15	
	0,037		0,007	0,007	0,010	0,004	0,003	0,068
24-38	0,68	нет	0,20	0,10	0,20	0,30	0,48	
	0,041		0,007	0,005	0,004	0,004	0,011	0,072
38-51	1,00	0,04	0,20	0,20	0,20	0,30	0,94	
	0,061	0,001	0,007	0,010	0,004	0,004	0,022	0,109
51-70	1,24	0,08	0,20	0,10	0,20	0,30	1,12	
	0,076	0,002	0,007	0,005	0,004	0,004	0,026	0,124
70-84	1,40	0,08	0,20	0,50	0,20	0,30	1,68	
	0,085	0,002	0,007	0,024	0,004	0,004	0,039	0,165

Примечание: в числителе - в мг –экв, в знаменателе- в %.

Приводимые данные подтверждаются также, проведенными анализами почв на производственном участке пашни, где систематически в течение 16 лет подряд с 1991 по 2006 годы максимально задерживался снег, толщина его ежегодно достигала 1 м и более, что обеспечивало насыщение влагой 140-150 см слоя. Эти работы проводились в соответствии с требованиями, вытекающими из концепции ведения земледелия в засушливых регионах, о необходимости максимального накопления влаги желательного до 150 см слоя.

Результаты анализов почв на этом участке поля после 16-ти летнего периода в 2007 году, показали о развитии здесь тотального содового засоления почв в токсичной концентрации в слое 20-50 см, (таблица 2). И особенно в слое 50-80 см концентрация этой соли превысила допустимый предел в 2 раза. Эти процессы вызвали одновременно повышение реакции почвенного раствора. В слое 20-50 см она стала щелочной (РН = 8,4), а в 50-80 см - сильнощелочной (РН= 8,6). В связи с этим в конце 16-ти летнего периода, то есть в 2006, в весьма благоприятном году по количеству осадков, сбор зерна на этом участке уменьшился до 4,3 ц/га, при урожае на контрольных полях 10,5 ц/га, где приемы интенсивного снегонакопления не проводились. Урожай зерна на этом поле в последующие годы не удалось повысить даже после оставления его под пар, так как пашня полностью деградировалась. Отсюда вытекает, что на неорошаемой пашне в рамках использования традиционной системы агротехнологий, предусматривающее преимущественное накопление влаги в нижних (85-150 см) слоях почвы, подспудно развиваются экологически весьма опасные два процесса - содовое засоление и осолонцевание почв.

Таким образом, принятая концепция ведения степного земледелия и построенная на её основе система агротехнологий, широко применяемая в производстве по настоящее время, решая проблему влаги на пашне, по существу, спровоцировала и вызвала развитие более сложных и тяжелых процессов – засоления и осолонцевания почв, тем самым катастрофического падения их плодородия. Эти данные свидетельствуют о необходимости кардинального изменения концептуальных подходов к системе построения агротехнологий на неорошаемой пашне в условиях северо-востока республики и в аналогичных регионах

Таблица 2. Развитие процессов содового засоления и повышение рН - почвы при длительном (с 1991 по 2006 г) применении приемов интенсивного снегонакопления на пахотных землях северо-востока Казахстана, мг-экв., %, 2007 г.

Глубина взятия образца, см	Щелочность		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	Сумма солей,%	рН
	общая в НСО ₃ ⁻	от нормаль- ных карбона- тов в СО ₃ ⁻							
0-20	0,60	нет	0,50	0,05	0,60	0,40	0,10		8,0
	0,037		0,018	0,002	0,012	0,005	0,02	0,078	
20-50	0,72	0,04	0,40	0,20	0,50	0,50	0,36		8,4
	0,044	0,001	0,014	0,010	0,010	0,006	0,008	0,093	
50-70	0,88	0,08	0,40	1,00	0,50	0,60	1,26		8,6
	0,054	0,002	0,014	0,048	0,010	0,007	0,029	0,164	

В этой связи целесообразными вытекают следующие концептуальные положения:

- в регионах с близким расположением к дневной поверхности засоленных почвообразующих пород и грунтовых вод, накопление влаги в почвах не следует привязывать к нижним горизонтам метрового и глубже расположенным слоям. Здесь необходимо создание оптимального режима влажности в пределах до соленосных слоев с применением приёмов, направленных на повышение их влагоёмкости и водоудерживающей способности в сочетании с регулированием режима минерального питания и снижением расхода влаги на испарение и другие потери;

- принять меры по предотвращению восходящих токов влаги содержащих токсичные соли из высокозасоленных слоёв материнской породы в соответствии с нашей разработкой, Патент РК, № 24418;

- для улучшения соотношения катионов кальция и натрия в ППК и комплекса других свойств почвы в структуру посевов необходимо включить культуры – фитомелиоранты (донник, эспарцет и др.) способные перемещать кальций из нижних в верхние горизонты (Патент РК, №. 24418).

Реализация этих концептуальных подходов при построении комплекса агротехнологий приводит по существу к изменению в целом системы земледелия в засушливых регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейменов М.К. Желто-зелёная революция в земледелии Канады. А., 2008, 240 с.
2. Конопьянов К.Е., Аскарлов С.У. Деградационные процессы на черноземах и пути их преодоления // Вестник с-х науки Казахстана. 2004, № 3, - С. 44-45.
3. Елешев Р.Е., Конопьянов К.Е. и др., Проблемы засоления и осолонцевания почв на неорошаемой пашне в условиях северо-востока Казахстана // Материалы междунар. научн. практ. конф. Улан-Батор, 2010. С. 120-124
4. Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель. Гидрометеиздат. Ленинград. 1955. С. 261
5. Боровский В.М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. А. 1982. 253 с.

ЕЛЕШЕВ Р. Е., КОНОПЬЯНОВ К.Е.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫСЫ СУАРЫЛМАЙТЫН ЕГІСТІК ЖАҒДАЙЫНДА ТОПЫРАҚТАРДЫҢ ҚАЙТАЛАМА ТҰЗДАНУ ҮДЕРІСІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ БОЛДЫРМАУ ЖОЛДАРЫ

Резюме

Алғашқы рет суарылмайтын егістік жерлердегі күрделі топырақшілік үдерістер зерттелді, соның нәтижесінде далалық дақылдарды өңдеуде дәстүрлі агротәсілдерді қолдану барысында топырақтың қайталама тұздануының себептері мен механизмдері анықталды. Осыған орай егістік жерлердегі топырақ тозуы қауіпінің алдын алатын барынша жетілдірілген агротехникалық жүйесін құру үшін жаңа тұжырымдамалық тәсілдер орындалған, соның негізінде өсімдік шаруашылығы саласын және онымен байланысты ауылшаруашылығы өндірісінің басқа салаларын да дамытуды көтеру көзделген.

ELESHEV R., KONOPIYANOV K.

PROCESSES OF SECONDARY SALINIZATION ON UNIRRIGATED A PLOUGHED FIELD IN NORTH-EAST KAZAKHSTAN AND WAYS OF PREVENTION

Summary

For the first time there are investigated the complex processes in soils in non-irrigated arable lands. As a result, there are established the causes of soil salinity. In this regard, there are developed the new conceptual approaches in agricultural technology. These methods protect the soil from degradation and improve the agricultural development.